

フライアッシュコンクリート製品の強度発現に及ぼす促進養生の影響

若松コンクリート(株) 正会員 ○富樫 宏二
日本大学大学院 学生会員 中嶋 毅大
高エネルギー加速器研究機構 正会員 入江 正明
日本大学理工学部 正会員 梅村 靖弘

1. 目的

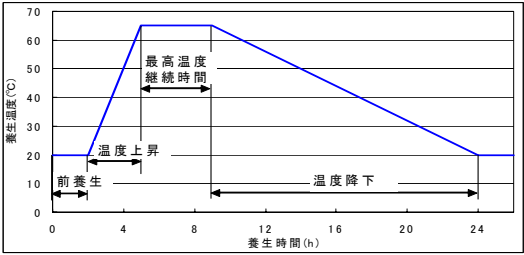
プレキャストコンクリート（以下、PCa と省略）製品は工場製品であることから品質管理が厳格で大量廉価に製造できる利点がある．一方，促進養生により水和終結が早く重金属などの固定化がし易いため各種の産業副産物を混和して処分することに適している．このような特徴は，昨今の性能規定型への移行も後押しして可能性がますます高くなっている．特に，環境負荷低減とリサイクルの両方を満足する施策，いわゆるグリーンマネージメント¹⁾がコンクリート分野にも求められており，PCa 分野でも同様の施策が求められている．
こうした背景を鑑み我々は CO2 排出量が少なくリサイクル効果が高い，さらにコンクリートのひび割れ収縮特性に優れているフライアッシュに着目しコンクリート製品への適用を試みた．

本研究は，これらの基礎データを収集するために，促進養生履歴で重要な役割を持っている①前置き時間，②昇温速度，③最高温度持続時間をパラメーターにして，強度発現について検討を行なったものである．

2. 実験概要と実験結果

2.1 実験概要

2 次製品製造における促進養生を再現するために，前置時間，昇温速度，最高温度持続時間の 3 要因を変化させた温度履歴（図－1）を与えた実験を行なった．これらの促進養生パターンを表－1 に示す．また，強度発現の評価は，φ100mm×H200mm の円柱供試体を作成し促進養生後，材齢 1, 3, 7, 28 日圧縮強度試験により行なった．なお，脱型は打設後 1 日とした．使用したフライアッシュは東北電力能代発電所産のフライアッシュⅡ種を用いて，単位セメント量の 30%内割り置換した．表－2 に使用した材料の特性，表－3 に示方配合を示す．



図－1 促進養生履歴

表－1 促進養生パターン

促進養生パターン	前置時間 (h)	昇温速度 (°C/h)	最高温度 持続時間 (h)	1 日積算温度 (°C・h)
①A1-a	0.5	15	2	949.0
②A1-b			4	1079.0
③A2-a		30	2	913.8
④A2-b			4	1043.8
⑤B1-a	2.0	15	2	949.0
⑥B1-b			4	1079.0
⑦B2-a		30	2	913.8
⑧B2-b			4	1043.8

表－2 使用材料の特性

材料	品質	規格	試験値
セメント	比表面積 (cm ² /g)	2,500 以上	3,260
	凝結 始発 h-min	60min 以上	2-16
	凝結 終結 h-min	10h 以下	3-23
フライアッシュ	二酸化けい素 (%)	45.0 以上	53.2
	強熱減量 (%)	5.0 以下	0.1
	密度 (g/cm ²)	1.95 以上	2.30
	活性度指数 (%) 材令 7 日	-	74
	比表面積 (cm ² /g)	2500 以上	3,900

表－3 フライアッシュコンクリートの示方配合

設計基準強度	W/(C+FA) (%)	M. S. (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
						W	C	FA	S	G	AE 剤
23.5	49.0	20	8.5±2.5	4.0±1.0	45.0	147	210	90	847	1070	0.415

キーワード フライアッシュ，促進養生，プレキャストコンクリート製品
連絡先〒018-5731 秋田県大館市比内町笹館字細越 1-1 若松コンクリート（株） TEL 0186-55-0181

2.2 実験結果

図-2は、促進養生パターン別による圧縮強度発現を1日積算温度順に並べたものである。この図から、以下のことが分かる。

(1)前置0.5h, 昇温30℃/h(始発前に最高温度に到達)の場合は、1日, 28日強度共に低い。

(2)前置2.0h(始発から終結間は、温度負荷が小さい)の場合は、昇温15, 30℃/h共に強度発現は高い。

(3)前置0.5hの場合でも、昇温15℃/hであれば(終結までに温度負荷が小さい)、強度発現は高い。

(4)養生のパターンが異なれば圧縮強度発現が異なる。

(5)積算温度が同一でも強度発現が異なる、積算温度増と強度発現が必ずしも一致しない。

また、図-3は、前置時間、昇温速度、最高温度持続時間毎に圧縮強度比により示したものである。これらの図から以下のことが分かる。

(1)前置時間の影響は、0.5時間より2時間の方が強度が高い傾向にある。

(2)昇温速度の影響は、30℃/hより15℃/hの方が強度が高い傾向にある。

(3)最高温度持続時間の影響は、2時間より4時間の方が強度が高い傾向がある。

3. まとめ

フライアッシュコンクリートの前置時間、昇温速度、最高温度持続時間の3つのパラメーターを変化させた促進養生実験で得られた結果から、コンクリートの強度発現は、セメントの凝結の始発時間と終結時間が促進養生履歴のどの段階にあるかに大きく影響することが分かった。したがって、促進養生の履歴とセメントや混和材の水和との関係が分かれば、さまざまな混和材であっても2次製品への適用が可能であることが分かった。

4. 今後の課題

今後の課題として、セメント種の違いやフライアッシュの混和率の違いなどによる凝結時間や水和率の変化との関係を見出す必要がある。

参考文献

1. 入江正明, プレキャストコンクリートのグリーンマネジメント, ナノセメント研究会報「美粉」, 2007. 4

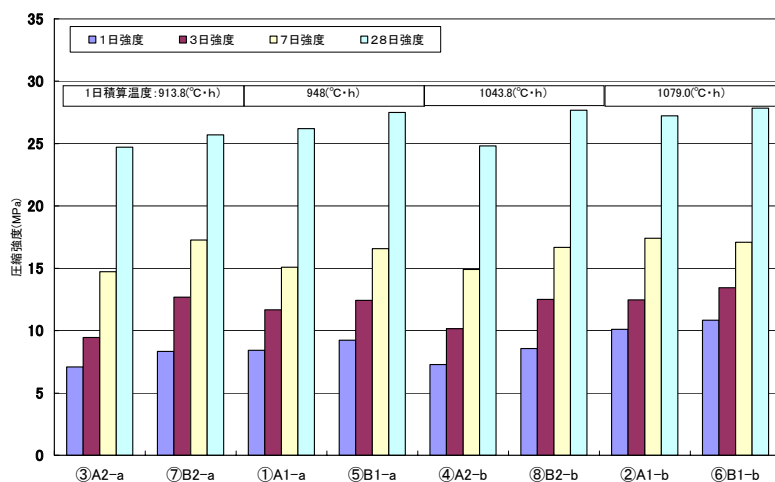


図-2 圧縮強度発現

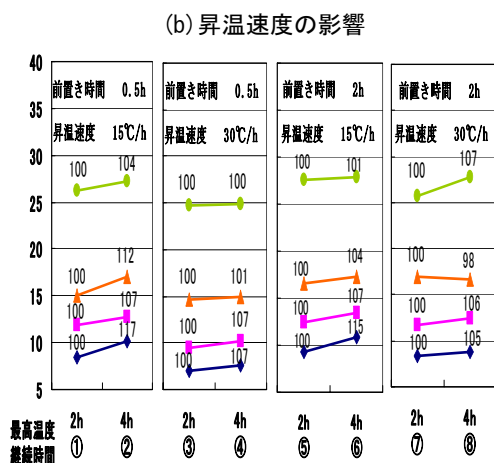
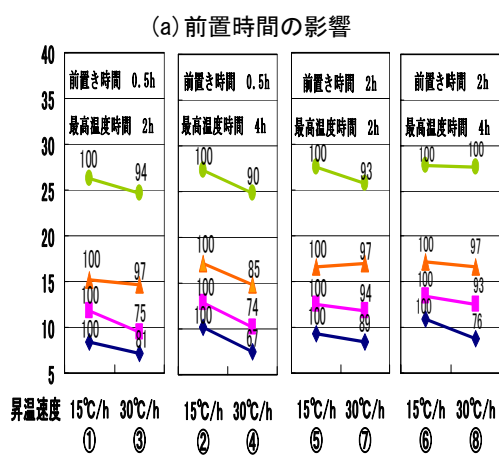
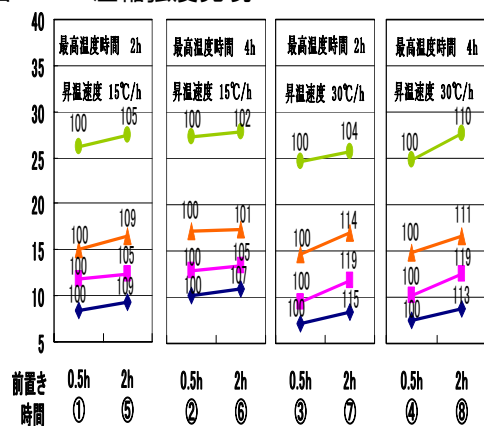


図-3 各パラメーターと強度関係